

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПОВ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ЕСТЕСТВЕННОМ ЗАРАСТАНИИ ОТВАЛОВ ВЕСЕЛОВСКОГО БУРУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В настоящее время наиболее экономичной признается добыча углей методом открытых разработок, что связано с разрушением больших площадей сельскохозяйственных и лесных угодий. Поэтому остро встал вопрос о проведении работ по рекультивации отвалов при открытой добыче бурого и каменного угля. Эти работы за последнее время приобретают довольно широкий размах, что обусловлено принятием ряда законодательных правительственных постановлений, наиболее важным из которых являются «Основы земельного законодательства Союза ССР и Союзных республик» (1969). В связи с этим возникает необходимость научно-теоретического обоснования работ по биологической рекультивации отвалов открытых угольных разработок. В то же время отвалы открытых разработок представляют интерес для разрешения ряда теоретических вопросов экологии, геоботаники и почвоведения (например, изучение начальных этапов почвообразования на различных материнских породах), поскольку отвалы и другие виды земель, нарушенных промышленностью, в ближайшем будущем займут значительные площади в составе биосферы планеты.

Целью исследований, выполненных в 1971—1972 гг., являлось сопряженное изучение естественного зарастания вскрышных пород отвалов открытых буроугольных разработок Веселовского месторождения (Богословский угольный бассейн) и начальных этапов почвообразования в зависимости от возраста отвалов и особенностей состава их грунтов.

Веселовское угольное месторождение расположено в Свердловской области на Северном Урале, в полосе перехода его восточного склона к Западно-Сибирской низменности. Рельеф увалистый, образован меридионально вытянутыми понижениями, окаймленными цепью холмов и возвышенностей. Геологическое строение месторождений охарактеризовано Ю. И. Денисовым и А. Н. Шафлером (1969). В составе вскрышных пород разреза преобладают

рыхлые четвертичные отложения относительно легкого механического состава (пески, супеси, суглинки, слабо сцементированные песчаники), подстилаемые углистыми аргиллитами и сланцами третичного и более раннего возраста.

В районе преобладают лесные почвы подзолистого типа при значительно меньшей выраженности дернового и болотного процессов. Почвенный покров представлен подзолистыми иллювиально-гумусовыми, глеево-подзолистыми, подзолисто-болотными и торфяно-болотными почвами (Фирсова, 1969). По лесорастительному районированию Урала район отнесен к среднетаежной подзоне (Колесников, 1963, 1968). Для нее характерны еловые и сосновые леса, менее распространены пихтово-елово-кедровые IV, реже III бонитетов. Значительные площади заняты производными от темнохвойных и сосновых лесов березняками и сосново-березовыми насаждениями.

Исследования проводились на Южном Веселовском отвале, расположенном в 1,5 км от Веселовского угольного разреза и со всех сторон окруженного лесом. Отсыпка его производилась в 1958—1966 гг.

Отвалы сложены комплексом грунтов и грунтосмесей, представленных ожелезненными песками (желтые по цвету грунты), аргиллитами в смеси с песчаниками (серые) и углистыми аргиллитами с примесью частиц угля (черные пятна). В местах прокладки железнодорожных путей, по которым на отвал завозился грунт, для уплотнения полотна были слоем насыпаны сланцы. В распределении пятен и участков, занятых этими грунтами и их грунтомесями, не обнаруживается какой-либо правильности. Очень часто надугольные породы на месторождениях бурого и каменного углей содержат повышенные количества серы в виде сульфидов, которые, попадая на дневную поверхность, окисляются до сульфатов, подкисляя породы и тем самым препятствуя заселению их растительностью (Чеклина, Савич, 1967). Для грунтов Южного Веселовского отвала это не характерно. Общее содержание серы в углистых аргиллитах всего 0,06—0,07%, в аргиллитах 0,03—0,06% и в ожелезненных песках 0,02%, что значительно ниже токсичных концентраций.

Ход естественного возобновления древесных растений на Южном Веселовском отвале описан А. И. Лукьянцем (1974). Автор показал, что интенсивность этого процесса определяется в значительной степени доступностью участков для поступления семян. Однако при прочих равных условиях не менее существенное влияние на формирование естественной растительности отвалов оказывают свойства грунтов.

На поверхности отвала на основании маркшейдерских данных были определены границы ежегодных засыпок и установлен точный возраст отдельных частей отвала.

Это позволило провести геоботаническое описание естественной растительности и отбор образцов грунтов с участков извест-

ного возраста и породного состава. Изучались участки, отсыпанные в 1958, 1966 и 1964 гг., т. е. тринадцати-, семи- и пятилетнего возраста. Геоботаническое описание естественной растительности отвала проводилось по общепринятым методикам. Методики взятия образцов грунта и их последующего химического анализа охарактеризованы в статьях Г. И. Махониной и Т. С. Чибрик (1974).

Естественное зарастание всех имеющихся на поверхности отвала разновидностей грунтов идет по-разному. На пятилетних участках темные пятна углистых аргиллитов в смеси с углем совершенно лишены растительности, а семилетние имеют уже единичные кустики растений, преимущественно длиннокорневищевых (мать-и-мачеха, иван-чай, вейник наземный). В последующие годы идет разрастание поселившихся растений и к тринадцатилетнему возрасту пятна с аргиллитами уже заняты куртинами названных видов с редко расположенными побегами или парциальными кустами, т. е. на них возникают начальные формы пионерной растительной группировки.

Аргиллиты в смеси с песчаниками, преобладающие на поверхности отвала, зарастают более интенсивно. Уже на пятилетних участках зафиксирована пионерная смешанная растительная группировка (проективное покрытие 10—15%), с единичным более или менее равномерным распределением растений.

Из травянистых видов фон создает иван-чай (обилие *sp*). Единично встречаются сосна обыкновенная, ель сибирская, березы пушистая и бородавчатая высотой 10—15 см. Общее проективное покрытие растительностью семилетнего участка на таких грунтах достигает уже 30—40%, задерненность 15—20%. Фон здесь создают лиственные древесные породы — осина, березы пушистая и бородавчатая и ивы высотой 30—70 см, реже встречается сосна. Из травянистых растений обилён иван-чай (*sp-cop*), хорошо заметны куртинки клевера ползучего (*sp-gr*) диаметром от 30—50 см до нескольких метров, и мать-и-мачеха (*sp-gr*). Растительность находится на стадии сложной растительной группировки с ясно выраженным раздельно-групповым распределением. На тринадцатилетнем участке на аргиллитах в смеси с песчаниками сформировалось редколесье сосны (средний возраст 6 лет) с примесью других пород (проективное покрытие растительностью 70—80%). Рост молодняков сосны по данным А. И. Лукьянца (1974) идет по линии I бонитета. Травянистая растительность разнотравно-бобово-злаковая. Из злаков наиболее обильны мятлик луговой (*sp-cop₁*), регнерия* (*sp-cop₁*) и щучка дернистая (*sp*), из бобовых клевер ползучий, донники.

Участки с преобладанием ожелезненных песков зарастают значительно медленнее. Лишь на пятилетних участках начинают появляться единичные растения, а на семилетних зафиксирована

* Предположительно регнерия волокнистая *Roegneria fibrosa* (Schrenk.) Nevski.

пионерная смешанная растительная группировка (единичные растения иван-чая, мать-и-мачехи, хвоща лесного и др.)

Идет довольно активное поселение сосны, всходов и подроста которой насчитывается от 0,5 до 1,5 тыс. на 1 га, несколько хуже осины и березы. Тринадцатилетние участки имеют разреженный растительный покров. Общее проективное покрытие поверхности растительностью не превышает 20—30%, в отдельных местах за счет древесных растений оно повышается до 40—50%.

На участках бывшего полотна железной дороги с первых лет идет поселение лиственных пород, чаще всего ив, осин, берез бородавчатой и пушистой. На пятилетних участках единичные всходы и частично подрост этих растений располагаются линейно вдоль бывшего полотна железной дороги, на семилетних образуются уже заросли высотой 50—70 см, тоже в виде линейных группировок. На этом этапе рассеянно поселяется также травянистая растительность. С возрастом зарастание усиливается и на тринадцатилетних засыпках бывшего железнодорожного полотна покрытие растительностью достигает 80—100%, преимущественно за счет древесных.

При исследовании естественного зарастания рассматриваемых грунтов наблюдается некоторая видовая приуроченность в поселении растений. На пятнах углистых аргиллитов практически не поселяются древесные растения. На аргиллитах в смеси с песчаниками в равной мере поселяются все встреченные на отвале виды, как древесные, так и травянистые.

Ожелезненные пески и участки бывшего полотна железной дороги зарастают преимущественно древесными растениями, причем на грунтах полотна преобладают лиственные породы, а на песках сосна обыкновенная. Замечено, что на ожелезненных песках наиболее высокая встречаемость наблюдается у сосны, берез пушистой и бородавчатой, а из травянистых у мать-и-мачехи и иван-чая. Следует также отметить, что характерной особенностью растительности на Веселовском отвале по сравнению с другими отвалами Богословского бурогольного бассейна является малое участие сорных видов, доля которых на пятилетнем участке составляет 30, а на тринадцатилетнем — лишь 14% от общего числа видов. Это объясняется сплошным лесным окружением отвала, отсутствием выпаса скота и относительной удаленностью его от урбанизированной зоны, т. е. от источника заноса семян сорных видов.

Результаты анализов поверхностных горных пород (грунтосмесей) отвала из-под описанных группировок растительности представлены в табл. 1—8. Общей особенностью грунтосмесей при добыче углей является наличие в них практически всегда, в большей или меньшей мере, угольных частиц, которые могут быть источником углерода и азота для живых организмов. Однако роль угольных частиц в процессах почвообразования еще только начинает изучаться (Таранов, Трофимов, 1969, 1970, Таранов, Клевен-

ская, 1974). Трудность изучения заключается в невозможности различать общепринятыми в почвоведении методами углерод и азот угольных частиц и органического вещества (гумуса) начальных этапов почвообразования.

Таблица 1

Агрохимическая характеристика грунтов вскрыши из-под пятен углистых аргиллитов с примесью частиц бурого угля

Возраст участка, растительность	Глубина взятия образца, см	C, %	N, %	C:N	P ₂ O ₅ , мг/100 г	K ₂ O, мг/100 г	pH _{KCl}
Семилетний участок без растений	0—2	4,82	0,13	33	10,0	7,1	6,0
	2—7	3,19	0,08	39	10,0	—	5,4
	7—20	3,62	0,14	26	15,0	—	6,7
Семилетний участок под растениями	0—2	6,66	0,26	25	14,0	—	6,0
	2—7	6,72	0,15	44	7,5	—	—
	7—20	5,84	0,21	28	25,0	—	5,8
Тринадцатилетний участок под растениями	0—2	4,05	0,17	24	6,5	12,7	5,8
	2—7	—	—	—	25,0	—	—
	7—20	5,40	0,24	22	44,0	—	6,2

В табл. 1 представлены результаты анализов углистых аргиллитов с примесью частиц угля, вынесенных в отвалы в 1958 и 1964 гг. и имевших в год изучения (1971) 13-и и 7-летний возраст выветривания после поступления на поверхность. Как видно, общее содержание углерода на 7-летнем отвале во всех слоях очень высокое (3—6,7%), как на участках под высшей растительностью, так и без нее. Причем под пятнами растительности оно несколько выше, чем на голых участках, но возможно, что эти различия связаны с разным содержанием его в исходных породах. Содержание углерода на 13-летнем участке несколько ниже, что может объясняться как прошедшей к этому времени минерализацией угля, так и меньшим первоначальным содержанием его в породе. Проследить влияние растений на общее накопление органического вещества в грунте в этом случае не представляется возможным. Общее содержание азота в образцах колеблется в пределах от 0,08 до 0,26%, что соответствует содержанию азота в местных подзолистых почвах (Фирсова, 1969), но, видимо, этот азот растениям недоступен. Отношение C к N в разных горизонтах и на разновозрастных участках отвала очень широкое (от 22 до 44). Такие значения не характерны для большинства зональных почв (Аринушкина, 1971) и близки лишь к данному отношению в болотных почвах (C:N>35). Вероятно, и в данном случае подобное соотношение углерода и азота следует объяснять присутствием в грунтах с преобладанием углистых аргиллитов частиц угольного происхождения (Таранов, 1970).

По содержанию подвижного P_2O_5 и K_2O грунты черных углистых пятен относятся к средне- и высокообеспеченным и не нуждаются в специальных удобрениях. Какой-либо четкой закономерности в распределении названных элементов по слоям грунта не наблюдается. рН солевой слабокислый (5,8—6,2). По содержанию микроэлементов (см. табл. 2) углистые аргиллиты с примесью угля относятся к числу обеспеченных. Некоторое повышение содержания Co, Sr и Ni в них по сравнению со сред-

Таблица 2

Содержание микроэлементов в грунтосмесях, образованных углистыми аргиллитами с примесью частиц угля (черные пятна) п. 10^{-3} , %

Глубина взятия образца, см	Cu	Zn	Pb	As	Sn	Mo	Cr	Ni	Co	Ba	Sr	Mn	V	Ti
----------------------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	----

Участки отвалов семилетнего возраста

0—2	10	15	2	3	0,3	0,2	20	20	2	50	70	70	20	500
2—7	10	15	3	5	0,3	0,2	20	15	1,5	30	50	70	20	300
7—20	10	20	2	3	0,3	0,2	20	15	1,5	20	30	50	20	300

Участки отвалов тринадцатилетнего возраста

0—2	10	15	1	3	0,15	0,15	10	15	1,0	20	10	50	15	200
2—7	7	15	1	3	0,2	0,2	15	20	1,5	30	30	70	20	300
7—20	15	20	2	3	0,3	0,3	15	20	1,5	30	30	50	20	300

ним в почвах входит в пределы колебаний, не вызывающих нарушений в биологических реакциях организмов (Ковальский, Андрианова, 1970). Среднее содержание Cu и Zn в образцах выходит за нетоксичные границы; особенно много As, но он подвижен лишь при щелочных реакциях среды в почвах и, возможно, поэтому не будет вызывать токсикозов у растений.

Агрохимическая характеристика грунтосмеси аргиллитов с песчаниками (серые породы) приведена в табл. 3. Как видно, в отличие от углистых аргиллитов, общее содержание углерода в этих грунтах значительно ниже. Наблюдается некоторое уменьшение количества углерода и азота в глубь профиля и отчетливое повышение с увеличением возраста отвала, что указывает на их вероятное частичное современное почвенное происхождение. Однако и эти породы все же исходно содержат некоторое количество углерода, которое может быть примерно оценено в 0,4% по содержанию углерода в образцах самого молодого пятилетнего участка в слое 7—20 см без растительности. Наиболее быстро идет накопление углерода и азота на участках, занятых высшей растительностью.

Среднее накопление углерода в течение восьми лет (с 1958 по 1966) в этом случае в слое 0—2—7 см составляло 0,19% С в год, в слое 7—20 см — 0,27% С. Скорость накопления азота много ниже

и составила для слоя 0—2 см — 0,02% в год, 2—7 см — 0,014 и слоя 7—20 см — 0,028%. Отношение С к N более узкое, чем на пятнах углистых аргиллитов, в среднем колеблется в интервале 10—13, это меньше, чем у подзолистых почв той же зоны — 15,4 (Фирсова, 1969).

Таблица 3

Агрохимическая характеристика грунтосмеси аргиллитов с песчаниками

Возраст участка, растительность	Глубина взятия образца, см	С, %	N, %	C:N	P ₂ O ₅ , мг/100 г	K ₂ O, мг/100 г	pH солевой
Пятилетний участок без растений	0—2	0,81	0,09	9	11,2	8,3	5,5
	2—7	0,52	—	—	8,75	—	—
	7—20	0,40	0,05	13	11,6	—	6,1
Пятилетний участок под растениями	0—2	1,15	0,06	19,1	15,0	5,3	5,8
	2—7	0,63	0,06	10,0	5,0	6,7	5,8
	7—20	0,40	0,04	10,0	12,0	—	5,8
Семилетний участок без растений	0—2	0,68	0,06	11,3	10,0	16,0	6,8
	2—7	0,62	0,05	12,0	15,0	6,5	5,8
	7—20	0,36	0,03	12,0	17,0	—	6,6
Семилетний участок под растениями	0—2	1,18	0,11	10,7	8,1	7,5	6,6
	2—7	1,13	0,11	11,3	12,5	6,2	7,0
	7—20	0,71	0,06	12,0	12,5	—	—
Тринадцатилетний участок под растениями	0—2	2,65	0,24	11,0	12,25	13,0	4,8
	2—7	2,14	0,17	13,0	12,5	—	5,2
	7—20	2,52	0,26	9,7	15,0	—	4,9

По общему содержанию доступных P₂O₅ и K₂O аргиллиты в смеси с песчаниками можно также отнести к обеспеченным. Закономерных изменений в распределении этих элементов по профилю и с возрастом почвообразования не наблюдается, что, по видимому, можно объяснить достаточным их количеством; pH солевых растворов слабокислый. Особых различий у участков, занятых растительностью и не занятых ею, по агрохимическим свойствам их почвогрунтов не наблюдается, и мозаичность в распределении пятен растительности, видимо, обусловлена другими причинами. Содержание микроэлементов в аргиллитах в смеси с песчаником (табл. 4), как и в углистых аргиллитах, близко к их среднему содержанию в почвах, за исключением Cu, Zn и As, количество которых выходит за пределы колебаний, безвредных для живых организмов (Ковальский, Андрианова, 1970). Распределение микроэлементов по профилю почв на пятилетнем участке более или менее равномерное, а на тринадцатилетнем их содержание заметно уменьшается в слое 0—2 см, возможно, за счет интенсивного поглощения растениями.

Ожелезненные пески относятся к числу вскрышных пород, исходно не содержащих примеси углистых частиц, но в отвалах они

иногда перемешиваются с другими породами и тогда включают частицы угля. Наши образцы отбирались так, чтобы исключалось попадание последних. Данные анализов песков поэтому представляют особый интерес как контрольный вариант для характеристики темпов почвообразования. Данные табл. 5 показывают, что по содержанию подвижных форм P_2O_5 и K_2O ожелезненные пески, как и предыдущие породы, относятся к числу обеспеченных ими. рН солевой вытяжки слабокислый. Накопление углерода и азота в первые 7 лет шло довольно медленно и составляло в слое 0—2 см

Таблица 4

Содержание микроэлементов грунтосмесей аргиллитов и песчаников («серые» породы) п. 10^{-3} , %

Глубина взятия образца, см	Cu	Zn	Pb	As	Sn	Mo	Cr	Ni	Co	Ba	Sr	Mn	V	Ti
Участки отвалов пятилетнего возраста														
0—2	7	15	2	3	0,3	0,3	20	15	1,5	20	10	50	15	200
2—7	10	15	2	5	0,5	0,2	20	15	1,5	20	10	50	15	200
7—20	10	15	2	5	0,3	0,2	20	10	1,5	20	15	50	15	200
Участки отвалов тринадцатилетнего возраста														
0—2	5	10	1	3	0,2	0,2	10	10	0,7	15	5	30	10	100
2—7	10	15	2	5	0,3	0,3	20	20	1,5	20	15	50	20	300
7—20	10	15	2	5	0,3	0,3	20	20	1,5	30	20	30	15	300

под растительностью — 0,51% С и 0,06% N; скорость накопления С была 0,07% и N — 0,01% в год. Однако за последующие пять лет содержание углерода и азота резко возросло. Величина С:N уменьшается с уменьшением времени почвообразования и в образцах без растительности достигает 1—4. Такое узкое отношение С к N, по-видимому, обусловлено тем, что в этих грунтах, только затронутых почвообразованием, основную массу углерода дают микроорганизмы и водоросли (Тарчевский, Штина, 1967; Голлербах, Штина, 1969; Неганова, 1969; Штина, Неганова, Третьякова, 1970; Шушуева, 1974 и др.), так как отношение С и N в их телах более узкое, чем у высших растений. Содержание микроэлементов в ожелезненных песках (табл. 6), так же, как и в описанных породах, близко к среднему содержанию их в почвах, кроме Zn и As. Процентное содержание последних, как и в остальных случаях, выше пределов колебаний в зональных почвах. С течением времени почвообразования для части микроэлементов наблюдается уменьшение их содержания в верхнем (0—2 см) слое, так же, как это отмечено и для аргиллитов.

Участки бывшего железнодорожного полотна отличались от остального поля отвалов наличием крупных (более 1 см) обломков сланцев, большим уплотнением и следами полотна в виде

неглубоких линейных углублений. По содержанию подвижных форм P_2O_5 и K_2O они (табл. 7) не отличаются от остальных. Реакция почвенного раствора слабокислая. Содержание углерода и азота уменьшается в глубь профиля и возрастает с увеличением

Таблица 5

Агрохимическая характеристика ожелезненных песков

Возраст участка, растительность	Глубина взятия образца, см	C, %	N, %	C:N	P_2O_5 , мг/100 г	K_2O , мг/100 г	pH солевой
Пятилетний участок без растительности	0—2	0,40	0,09	4	15,0	—	4,2
	2—7	—	0,03	—	8,7	4,4	6,4
	7—20	0,05	0,05	1	7,0	4,5	6,1
Пятилетний участок под растительностью	0—2	0,40	0,04	10	11,2	12,5	6,2
	2—7	0,35	0,04	8,7	9,4	6,0	5,8
	7—20	0,18	0,04	4,5	12,5	4,25	6,1
Семилетний участок без растительности	0—2	0,11	0,04	3	7,5	—	—
	2—7	0,06	—	—	8,75	—	—
	7—20	0,06	0,06	1	17,5	6,8	6,4
Семилетний участок под растительностью	0—7	0,51	0,06	8,5	10,0	5,0	6,4
	2—7	0,42	0,04	10,0	13,5	4,0	5,8
	7—20	0,13	—	—	15,0	—	—
Тринадцатилетний участок под растительностью	0—2	3,47	0,25	12	8,5	14,5	5,8
	2—7	1,8	0,12	15	5,0	—	—
	7—20	1,62	0,10	16	15,0	8,5	6,0

времени почвообразования. В отличие от предыдущих видов грунтов, накопление углерода и азота в данном случае на самом старом участке (13 лет) оказалось значительно меньшим. Скорость накопления C за 8 лет (на 5—13-летнем участке) в слое 0—2 см равна 0,09% в год, в слое 2—7 см — 0,06 и 7—20 см — 0,05%. Отношение C:N очень узкое (7,7—6—6,9), еще более сужается на участках, лишенных высшей растительности.

Грунты железнодорожной насыпи характеризуются повышенным количеством Zn и As, при нормальном содержании остальных микроэлементов (табл. 8), что сходно с содержанием микроэлементов в остальных грунтах. Можно также отметить некоторую тенденцию к накоплению большинства микроэлементов в верхнем слое 0—2 см.

Таким образом, все грунты и грунтосмеси Веселовского отвала можно считать вполне пригодными для поселения растений. Ясно выраженная, особенно на молодых (5—7-летних) отвалах, мозаичность растительности и некоторая приуроченность определенных видов к разным грунтам не могут быть однозначно объяснены приведенными агрохимическими особенностями грунтов. Они, видимо, имеют другие причины.

Не получило подтверждения и сделанное нами предположение, что такой причиной может быть неодинаковая окраска разных типов грунта и связанные с этим различия в нагреве их поверхности,

Таблица 6

Содержание микроэлементов в грунтах, сложенных ожелезненными песками, п. 10⁻³, %

Глубина взятия образца, см	Cu	Zn	Pb	As	Sn	Mo	Cr	Ni	Co	Ba	Sr	Mn	V	Ti
Участки отвалов пятилетнего возраста														
0—2	7	15	2	3	0,5	0,2	30	15	1,5	20	15	70	15	300
2—7	7	15	2	3	0,5	0,2	30	10	1,5	15	15	70	15	200
7—20	5	10	2	3	0,3	0,2	30	15	1,0	15	15	50	15	200
Участки отвалов тринадцатилетнего возраста														
0—2	5	7	1	3	0,2	0,2	15	10	1,0	20	15	50	15	200
2—7	7	10	1,5	3	0,3	0,2	20	15	1,0	20	15	50	15	200
7—20	7	10	1,5	3	0,3	0,2	30	15	1,5	20	15	70	20	300

возможно, выходящем в жаркие летние дни за границы благоприятного для поселения растительности на темных пятнах аргиллитов с примесью углистых частиц. Однако разовые замеры температур

Таблица 7

Агрохимическая характеристика грунтов железнодорожной насыпи

Возраст участка, растительность	Глубина взятия образца, см	C, %	N, %	C:N	P ₂ O ₅ , мг/100 г	K ₂ O, мг/100 г	pH _{KCl}
Пятилетний участок без растительности	0—2	0,59	0,11	5,3	8,5	3,0	—
	2—7	0,32	0,08	4	15,6	4,25	6,2
	7—20	0,00	0,00	—	15,0	—	—
Пятилетний участок под растительностью	0—2	0,90	0,13	6,9	8,8	16,0	6,0
	2—7	0,76	0,11	6,9	14,6	4,38	6,8
	7—20	0,20	0,10	2,0	12,5	7,5	6,2
Семилетний участок без растительности	0—2	0,61	0,12	5,0	15,0	5,0	5,8
	2—7	0,46	0,10	4,6	10,0	—	—
	7—20	0,21	0,06	3,5	7,5	7,0	6,4
Семилетний участок под растительностью	0—2	0,82	0,12	7,0	12,5	14,0	6,9
	2—7	0,78	0,10	7,8	12,5	—	7,6
	7—20	—	—	—	—	—	—
Тринадцатилетний участок под расти- тельностью	0—2	1,36	0,18	7,7	7,5	9,5	6,0
	2—7	0,84	0,11	7,6	7,5	—	6,4
	7—20	0,39	0,07	5,7	12,5	11,0	6,1

разных грунтов в слое 0—5 см в необычайно жаркие дни июля 1971 г. показали несущественное различие. Например, 16 июля в 13 часов дня при температуре воздуха 32°С на темных пятнах

она в среднем всегда была на 2°С выше, чем на других грунтах, но не поднималась выше 24°С. Подобные температуры, как известно, не являются критическими для растений.

Мозаичность растительного покрова на Южном Веселовском отвале и длительное отсутствие его на темных пятнах аргиллитов с примесью частиц угля, вероятно, следует объяснять комплексом причин, в том числе и особенностями заноса семян, их прорастания и закрепления всходов на поверхности разных грунтов. Вполне возможно, что ограничивающим фактором для закрепления расте-

Таблица 8

Содержание микроэлементов в грунтах железнодорожной насыпи п. 10⁻³, %

Глубина взятия образца, см	Cu	Zn	Pb	As	Sn	Mo	Cr	Ni	Co	Ba	Sr	Mn	V	Ti
----------------------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	----

Участки пятилетнего возраста

0—2	7	15	2	5	0,5	0,3	50	20	2	30	20	70	20	500
2—7	7	10	1,5	5	0,3	0,3	30	15	2	30	30	70	20	500
7—20	5	10	1,5	5	0,3	0,3	50	10	1	20	10	70	15	200

Участки тринадцатилетнего возраста

0—2	7	15	3	5	0,5	0,3	70	20	2	30	30	70	20	500
2—7	7	10	3	3	0,5	0,2	50	15	1,5	20	15	50	20	300
7—20	7	10	2	3	0,5	0,2	20	10	1,5	30	10	50	15	200

ний является водный режим грунтов отвала. Как показали предварительные исследования, полевая влажность всех типов грунтов на глубине 0—10 см примерно одинакова и невелика (10—13%), несмотря на достаточное количество атмосферных осадков (500—550 мм в год). Это, очевидно, связано с рыхлостью и легким механическим составом (супеси и легкие суглинки) покровных пород на отвале.

В заключение можно сказать, что на разных породах Веселовского месторождения с поселением растительности начинается процесс почвообразования. Он проявляется в накоплении углерода и азота, а также в характерном почвенном распределении этих элементов по профилю. Процессы начального почвообразования проявляются с первых лет после отсыпки отвалов на всех породах при естественном поселении растений. Интенсивность почвообразования зависит от свойств горных пород и типа формирующейся растительности.

ЛИТЕРАТУРА

- Аринюшкина Е. В. 1971. Руководство по химическому анализу почв. М.
Голлербах М. М., Штина Э. А. 1969. Почвенные водоросли. Л.
Денисов Ю. И., Шауфлер А. Н. 1969. Современное состояние и перспективы развития открытых работ на угольных месторождениях Урала и Куз-

басса. В сб. «Основные вопросы восстановления нарушенных территорий при открытой разработке угольных месторождений Урала и Кузбасса». Челябинск.

Ковальский В. В., Андрианова Г. А. 1970. Микроэлементы в почвах СССР. М.

Колесников Б. П. 1963. Лесотехнологическое районирование и порайонная специализация лесохозяйственных мероприятий на территории Большого Урала. Материалы по изучению лесов Сибири и Дальнего Востока. Красноярск.

Колесников Б. П. 1968. Леса Свердловской области. В сб. «Леса СССР», т. 4. М.

Кононова М. М. 1963. Органическое вещество почвы. М.

Лукьянец А. И. 1974. Естественное возобновление древесных растений на железнодорожных отвалах открытых разработок Карпинско-Волчанского бурогоугольного бассейна (Свердловская обл.). В сб. «Растения и промышленная среда», вып. 3. Свердловск.

Махонина Г. И., Чибрик Т. С. 1974. Начальные этапы почвообразования на отвалах Кумертауского бурогоугольного разреза при естественном зарастании их растительностью. В сб. «Растения и промышленная среда», вып. 3. Свердловск.

Махонина Г. И., Чибрик Т. С. 1974. Агрохимическая и геоботаническая характеристика гидроотвалов Челябинского угольного бассейна. В сб. «Растения и промышленная среда», вып. 3. Свердловск.

Неганова Л. Б. 1969. О составе водорослей, развивающихся на промышленных отвалах. В кн. «Рефераты докладов и сообщений IV Уральского научно-координационного совещания по проблеме «Растительность и промышленные загрязнения». Свердловск.

Таранов С. А. 1970. Использование гуминов окисленных углей для ускорения гумусообразования на грунтосмесьях с карбонатными лёссовидными суглинками в Кузбассе. В сб. «Рекультивация в Сибири и на Урале». Новосибирск.

Таранов С. А., Трофимов С. С. 1969. Обогащение выветрелыми углями как прием, ускоряющий гумусообразование в грунтосмесьях с карбонатными лёссовидными суглинками при рекультивации в Кузбассе. В кн. «Рефераты докладов и сообщений IV Уральского научно-координационного совещания по проблеме «Растительность и промышленные загрязнения». Свердловск.

Таранов С. А., Клевенская И. Л. 1974. Применение окисленных углей для активизации микробиологических процессов при первичном почвообразовании на отвалах угольных карьеров. В сб. «Проблемы рекультивации земель в СССР». Новосибирск.

Фирсова В. П. 1969. Лесные почвы Свердловской области и их изменения под влиянием лесохозяйственных мероприятий. Свердловск.

Чеклина В. Н., Савич А. И. 1967. Классификация грунтов вскрыши открытых угольных разработок и возможности их хозяйственного использования. В сб. «Восстановление земель после промышленных разработок». М.

Штина Э. А., Неганова Л. Б., Третьякова А. Н. 1970. Роль азотфиксирующих водорослей в зарастании промышленных отвалов. В сб. «Рекультивация в Сибири и на Урале». Новосибирск.

Шушueva М. Г. 1974. Развитие водорослей на отвалах Красногорского угольного разреза. В сб. «Проблемы рекультивации земель в СССР». Новосибирск.